

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-184918

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl.

G02B 5/30  
G02B 19/00  
G02B 27/28  
G03F 7/20  
H01L 21/027

(21)Application number : 08-271288

(71)Applicant : CARL ZEISS:FA

(22)Date of filing : 24.09.1996

(72)Inventor : SCHUSTER KARL-HEINZ

(30)Priority

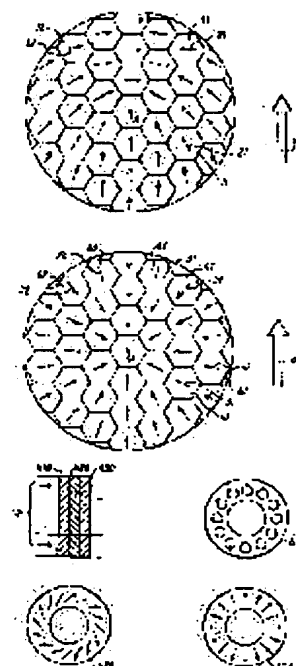
Priority number : 95 19535392 Priority date : 23.09.1995 Priority country : DE

## (54) RADIATION POLARIZING OPTICAL STRUCTURE AND MICROLITHOGRAPHY PROJECTION EXPOSURE DEVICE PROVIDED WITH THE SAME

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical structure which enables homogeneous incident on an optical boundary surface with a large aperture while suppressing loss and scattered light small, and optimizes the efficiency and homogeneity of projection luminous flux.

**SOLUTION:** This optical structure converts incident luminous flux into projection luminous flux having light which is linearly polarized almost in the radial direction over the entire transverse section not by selection, but by rotation. A combination of a raster consisting of 1/2-wavelength plates (41, 42, and 4i), a stress birefringent 1/4-wavelength plate 420 which is compressed and stressed radially, and a circular birefringent refracting 45° rotary disk 430 is combined with a comic polarizer. The microlithography projection exposure device has this structure arranged preferably at its lighting part. It is important that the structure is behind all asymmetrical elements or polarizing elements.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

## \* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** Optical structure which the polarization direction of incoming beams is not chosen but is characterized by rotating in the optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section.

**[Claim 2]** In the optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section the optical structure The linearly polarized light incoming beams which have an optical axis (A) and the polarization direction (P) are used. It has the raster structure, segment structure, or facet structure which consists of five or more half-wave plates (41 42;4i). And the priority direction (21 22;2i) of optical structure The polarization direction of the linearly polarized light which each half-wave plate (41 42;4i) penetrated Optical structure which alignment is carried out, respectively so that it may be made to deviate in the radius (31 32;3i) direction which faces to a half-wave plate, an intersection, and an optical axis (A), and the polarization direction of incoming beams is not chosen but is characterized by rotating.

**[Claim 3]** In the optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section the optical structure The linearly polarized light incoming beams which have an optical axis (A) and the polarization direction (P) are used. It has the raster structure, segment structure, or facet structure which consists of five or more half-wave plates (41 42;4i). And the priority direction (21 22;2i) of the structure The polarization direction of the linearly polarized light which each half-wave plate (41 42;4i) penetrated Alignment is carried out, respectively so that it may be made to deviate in the radius (31 32;3i) direction which faces to a half-wave plate, an intersection, and an optical axis (A). The reflective polarizer which has the plane of polarization (21') which takes the configuration of cone external surface or truncated-cone external surface is prepared. And a half-wave plate (5i) is optical structure characterized by having the optical structure which it is arranged in the optical path of light reflected with a reflective polarizer, and the polarization direction of incoming beams is not chosen, but is characterized by rotating.

**[Claim 4]** It is the optical structure which the polarization direction of incoming beams is not chosen in the optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section, but rotates, and is characterized by optical structure consist of a stress double refraction quarter wavelength plate ( 420) which has received radius direct pressure shrinkage stress, and a 45 degree rotor plate ( 430) of circle birefringences.

**[Claim 5]** Optical structure according to claim 4 characterized by arranging the usual quarter wavelength plate (410) ahead, and being able to use the light by which the linearly polarized light was carried out.

**[Claim 6]** Optical structure according to claim 1 characterized by annular opening lighting.

**[Claim 7]** The micro lithography projection aligner which includes radiation polarization to an optical axis on the flux of light cross section of a symmetry-of-revolution form in the flat surface of an illumination-light study system.

**[Claim 8]** It is the micro lithography projection aligner which incoming beams are not chosen in a micro lithography projection aligner including the radiation polarization rotation optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section, but is characterized by rotating.

**[Claim 9]** In the flat surface of illumination-light study type, radiation polarization is included to an optical axis on the flux of light cross section of a symmetry-of-revolution form. In the micro lithography projection

aligner which includes further the radiation polarization rotation optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section It is the micro lithography projection aligner which the polarization direction of incoming beams is not chosen, but rotates, and is characterized by arranging radiation polarization rotation optical structure (55) between the light source (51) and a reticle (58).

[Claim 10] In the flat surface of an illumination-light study system, radiation polarization is included to an optical axis on the flux of light cross section of a symmetry-of-revolution form. In the micro lithography projection aligner which includes further the radiation polarization rotation optical structure changed into the injection flux of light with the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial in incoming beams on the whole cross section The polarization direction of incoming beams is not chosen, rotate it and radiation polarization rotation optical structure (107) is seen to the flow direction of light. The micro lithography projection aligner characterized by being especially arranged behind the last turn mirror (103a) to an optical axis behind the polarizing element of the last which is not symmetrical.

[Claim 11] It is the micro lithography projection aligner according to claim 9 characterized by being combined with radiation polarization rotation optical structure according to claim 2 so that the honeycomb capacitor (56) may be formed in the lighting part and, as for a honeycomb capacitor, each honeycomb element of a honeycomb capacitor (56) may correspond to one facet of optical structure.

[Claim 12] Radiation polarization rotation optical structure is a micro lithography projection aligner according to claim 8 characterized by being arranged in a collimation optical path.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical structure of changing incoming beams into the injection flux of light of the light by which the linearly polarized light was mostly carried out to radial on the whole cross section.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to attain the highest resolution in the micro lithography method, it is indispensable to form a projection aligner with very large numerical aperture. Since loss of light not only takes place by reflection by the outside resist boundary layer, but there is reflection on the both sides of the boundary layer of a resist and a wafer, and the boundary layer of a resist and air and light moves to the side when light accomplishes a very large include angle and carries out incidence to a resist layer, resolution deteriorates (formation of a stationary wave).

[0003] In this case, a Fresnel reflection angle is decided by the include angle which the polarization direction and a plane of reflection accomplish. Reflection disappears about the light which constitutes and carries out incidence of the Brewster's angle with the electric field rocked to an incidence flat surface and parallel. That is, when such, while the incidence to a resist becomes the optimal, a stationary wave is controlled to the maximum extent.

[0004] However, about the light by which the linearly polarized light was generally carried out to the one direction, a failure occurs as indicated the Europe patent 0602923A No. 1 and in No. 0608572A2. According to these two patents, before the incidence to a resist, the circular polarization of light is generated as unpolarized light and an equivalent. Although homogeneity is acquired over the whole image, since the part of the light by which perpendicular polarization is carried out locally is reflected strongly by this, it is unavoidable that loss of effectiveness takes place.

[0005] As a measure replaced with this, by the Europe patent No. 0602923, it has proposed specifying the sense to an one direction to the sense of the pattern which should carry out image formation of the light by which the linearly polarized light was carried out generally as already known also from the German patent public presentation official report No. 1572195. the osmosis by the multiple echo -- criticality -- it happens to the longitudinal direction of structure instead of the direction of resolution. However, the reflection in incident effectiveness, i.e., resist front face, is not homogeneous.

[0006] The semantics which the operation which polarization exerts on reflection in a resist layer, and a Fresnel coefficient have is explained about the approach of measuring the thickness of a thin film in U.S. Pat. No. 4,899,055.

[0007] From U.S. Pat. No. 5,365,371, in order to prevent the failure at the time of the image formation in the resist by the stationary wave in a resist, introducing the approach of carrying out the linearly polarized light of the light to radial is known. There are two polarizing elements shown here. Using for the 1st the radiation polarizing filter assembled from the forward cone and the negative cone at the time of transparency, based on the Fresnel's formulas in connection with reflection, a filter generates radiation polarization. It is not shown about whether perfect polarization of the transmitted light is made into which \*\*, and it can realize. Furthermore, in a specification and the 3rd term of the range of an application for patent, it is required that it should have the refractive index from which two components differ. However, since the transmitted part must be made refracted, the light cannot be passed straightly. In the claim of continuation U.S. Pat. No. 5,436,761, the attached conditions about a refractive index with the same claim are not shown in part. furthermore, a claim -- the 4th term is also shown the plate which has two or more segments which consist of the polarizing filter foil which was able to set the sense to radial as already known also from U.S. Pat. No.

4,286,843 (drawing 19 and the 9th column of a specification, the 60-68th line).

[0008] Both polarizers are polarizing filters. That is, loss of light becomes large, and in those polarizing filters, since there is a possibility that strength may cause injection of a very uneven light over the whole cross section of the injection flux of light, it is suitable only for the incident light beam of unpolarized light or the circular polarization of light. In the example of drawing 1, the turn mirror 17 of the flux of light which will generate partial polarization inevitably, therefore is injected from a polarizer 21 is heterogeneous. Moreover, U.S. Pat. No. 5,365,371 is only shown that the radiation polarizer is located in the pupil flat surface of a projection objective lens, and is asked for the patent. If a radiation polarizer is located in an objective lens, since the tolerance of the narrowest range for acquiring the optimal image quality must be observed strictly, a problem is produced.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is offering the optical structure the homogeneous incidence to an optical interface being suppressed few, and being made possible with big opening, and effectiveness of the injection flux of light and homogeneity being made [ incidence ] the optimal in loss or the scattered light. The failure at the time of image formation or the complexity of structure should be stopped to the minimum, and the projection aligner which can make the most of a radiation linearly polarized light child's advantage should be offered.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This technical problem rotates the polarization direction of incoming beams, and is solved by radiation polarization rotation optical structure given in the 1st term of the range of the application for patent characterized by not choosing it. The advantageous embodiment which presents generating by variously different mode of desired polarization distribution is the object of the 2nd term of the range to the 5th term of an application for patent. That is, it has the raster structure, segment structure, or facet structure which an optical axis and the linearly polarized light incoming beams which have the polarization direction are used for the optical structure, and consists of five or more half-wave plates, and alignment of the priority direction of optical structure is carried out, respectively so that the polarization direction of the linearly polarized light which each half-wave plate penetrated may be deflected in the radius direction which faces to a half-wave plate, an intersection, and an optical axis. Furthermore, the reflective polarizer which has the plane of polarization (21') to which optical structure takes the configuration of cone external surface or truncated-cone external surface is prepared, and, as for a half-wave plate (5i), it is desirable to be arranged in the optical path of light reflected with a reflective polarizer. [0011] Since the deer right and left of the reflection factor are not carried out very only by polarization in annular opening lighting and the incidence of the light in a small include angle is controlled, the 6th term of the range of an application for patent is especially desirable. The 7th term of the range of the application for patent about the nest to the micro lithography projection aligner of radiation polarization optical structure is very important.

[0012] In this equipment that uses the capacity of optical system completely, since not only the reflection by the resist but reflection with all the lenses arranged after the polarizing element decreases uniformly, the homogeneity of the incidence of the light to a resist layer and effectiveness are improvable. To the light which carries out incidence at a big include angle (to a Brewster's angle), when the intensity of light is the smallest (descent with an edge), the effectiveness becomes the most powerful. It is homogenizing and the failure of the resolution by the scattered light which happens also by the boundary layer of a resist and a wafer is decreasing.

[0013] If the part which an optical path begins as much as possible has arrangement, since the failure by the birefringence in all the lenses that follow will be suppressed to the minimum and it will be made the symmetry, it is advantageous. Therefore, it is especially advantageous if the polarizing filter the inside of an illumination-light study system or other than a desirable polarization rotation component is already arranged.

[0014] a claim -- the 8th term -- a claim -- it has shown that a polarization rotation component given in the 6th term is arranged in the location of the arbitration in a projection exposure system from the 1st term, and this is characterized [ remarkable ] by a homogeneous improvement and far high effectiveness as compared with the well-known technique. The desirable configuration given in the 9th term of the range and the 10th term of an application for patent is taking into consideration that reduction and homogenization of the scattered light take place and the operation can be used according to the radiation polarization direction by this invention even if it is each lens of optical system and is the case that whenever [ angle-of-emergence ] is very small.

[0015] On the other hand, since a polarization condition is changed, an unsymmetrical optical element which is prepared in the KATAJIOPU trick projection objective lens in order to shorten the die length of structure, especially a turn mirror can arrange such a component behind, only when using the reflecting layer accompanied by phase correction. If a total reflection prism is used as a turn component, the retardation sheet which suits strictly must be arranged after prism, or a total reflection interface must be covered with a phase correction layer. Needless to say, a polarization optical element, for example, a polarization beam splitter, and a quarter wavelength plate also serve as a failure. Other advantageous operation gestalten are indicated by the 11th term of the range and the 12th term of an application for patent. Based on a drawing, this invention is further explained to a detail.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Especially if the polarization rotational structure by this invention shown in drawing 1 a with a top view is combined with a honeycomb capacitor, it is advantageous, it is suitable for the conversion of light by which the linearly polarized light was carried out, therefore suitable for especially the laser as the light source. The flux of light cross section is divided into the facets 11, 12, and 1i of a large number which consist of half-wave plates which consist of a birefringence ingredient, respectively. Each facet 1i corresponds to one honeycomb component of a honeycomb capacitor. If paste up on a honeycomb component or facet 1i is sprayed, or it is separately attached when the load of a beam is extremely large, and acid-resisting processing is carried out, it is convenient. The honeycomb capacitor usually used in a micro lithography projection aligner is about 102. It has the honeycomb component of an individual and the same is said of the number of facets.

[0017] Alignment of the main shafts 21, 22, and 2i of Facets 11 and 1i is carried out in the direction of the bisector of the include angle which the radius passing through the core of each facet 1i it has turned [ core ] to the polarization direction of the light which carries out incidence, and by which the linearly polarized light was carried out generally similarly, and the optical axis (A) of the flux of light and a honeycomb capacitor, respectively accomplishes, respectively. For this reason, each half-wave plate and facet 1i rotate the polarization direction in the aforementioned radius direction. Drawing 1 b shows this effectiveness and the plane of incidence 41, 42, and 4i of a honeycomb capacitor is shown in this case with the polarization directions 31, 32, and 3i of each partial flux of light where alignment of all is carried out to the radial.

[0018] Especially the raster structure accompanied by facet 1i of a hexagon is 1 operation gestalt which conforms to combination with a honeycomb capacitor. Other raster structures, especially the sector sector block construction (see the drawing 3 b) of a half-wave plate are also fully possible. The number of each components is 101. You may be the range.

[0019] If the rate of the light which polarizes perpendicularly to plane of incidence over the whole surface of the flux of light cross section is smaller than the rate of the light which polarizes in parallel, reduction of whenever [ in the optical interface to unpolarized light / total angle-of-reflection ] will be realized. When there are only four 90-degree sectors of a half-wave plate and many half-wave plates are arranged by the flux of light cross section since this extreme case happens, it is 10-102 especially as a number. It is desirable to arrange the facet of an individual, i.e., a sector.

[0020] Unlike radiation polarization (U.S. Pat. No. 5,365,371 and No. 4,286,843) of the common knowledge which has a sector, polarization is filtered, without being accompanied by remarkable big loss, and the polarization direction of light changes with birefringence components by the minimum loss.

[0021] In order to always carry out alignment of the line polarization to a radial, the optical structure shown in drawing 2 acts to the light 40 of the unpolarized light which carries out incidence, or the circular polarization of light. Although this is a polarizing filter and the principle is known from U.S. Pat. No. 5,365,371, it is new for details.

[0022] being used here -- FK5 glass, quartz glass, or CaF2 etc. -- the hole which consists of a transparent material -- it is the vacancy truncated cone 20, and the cone angle alpha is equivalent to a Brewster's angle, and the dielectric reflective covering film is prepared in the cone external surface 21. Therefore, since 4s of parts which polarized perpendicularly to the incidence flat surface of a light beam 40 is reflected completely and transmitted beam 4p polarizes completely in parallel with an incidence flat surface, the linearly polarized light is carried out to a radial to an optical axis (A) for all. The hole vacancy truncated cone 20 fits annular opening lighting, and functions as a perfect cone advantageous to making the die length of structure into the shortest, and needless to say. A truncated cone 20 fits into it, a cylindrical shape ring is formed with the hollow truncated cone 22 which contacts a conical surface 21, and, thereby, the reflective conical surface 21 is protected. Moreover, it has structure which is very easy to have. Since the truncated cone 20 and the hollow cone 22 have the same refractive index, unlike U.S. Pat. No. 5,365,371, light passes, without being

refracted by the conical surface 21.

[0023] Drawing 3 a shows the configuration into which the configuration by drawing 2 was developed further with a cross-sectional view. 4s of reflective parts is used also in this case. Therefore, since polarization is rotated effectively and filtering is not carried out, structure only with optical loss far fewer than 50% is acquired.

[0024] Around truncated-cone 20' (the extension of a cylindrical shape continues) which has cone external surface 21' which \*\*\*\*s in drawing 2, the transparence part 30 which has the reflective conical surface 31 parallel to cone external surface 21' is arranged, and the ring which consists of the sectors 5i and 5k of a half-wave plate is arranged in the injection side 33 of this part. The main shafts 6i and 6k of a sector have accomplished the include angle of 45 degrees to the radius focusing on the segment, respectively, as shown in drawing 3 b. Thereby, as drawing 1 was explained, the radiation linearly polarized light is performed also with 4s also of light reflected by cone external surface 21' of shaft parallel flux of light 4r. Thus, in the case of the laser light source, improvement in the photoconductive value acquired is desired at least in many cases. It is important that it is suitable for the unpolarized light in which this structure carries out incidence. By accepting the need, and removing or adding optical glass, the optical path of truncated-cone 20' and the transparence part 30 can be fitted.

[0025] Although the operation gestalt by drawing 4 d also shows the structure of always generating the radiation linearly polarized light similarly, from drawing 4 a, this corresponds to the linearly polarized light or the circular polarization of light at the time of incidence, and the overall length of the direction of an optical axis is shortened. Especially this is suitable for annular opening optical system.

[0026] As shown to drawing 4 a in a sectional view, incidence of the annular flux of light of the linearly polarized light 41 which accomplished one is carried out to the pile structure of three flat plates 410,420,430. 410 is a quarter wavelength plate which carries out the circular polarization of light of the transmitted light as shown in drawing 4 b. A plate 410 is omissible if the circular polarization of light of the incoming beams has already been carried out. After that, the plate 420 manufactured from glass or quartz glass continues, and since this plate has received the compressive stress of central symmetry, it is made to produce stress double refraction. Since thickness, an ingredient, and stress are chosen so that symmetrically with radial although the outside field in which a plate 420 accepts the annular flux of light 41 is a quarter wavelength plate locally, the linearly polarized light of the incident light by which the circular polarization of light was carried out is carried out, and, as for the polarization direction, the include angle of 45 degrees is generally accomplished to a radius on the cross section. Refer to the drawing 4 c.

[0027] When the disk of circular glass (or quartz glass, beryllium fluoride, CaF<sub>2</sub>, etc.) is used in connection with thermal expansion and a temperature gradient on the time of cooling, or the occasion of amendment heat treatment, such [ surely ] compressive stress occurs, and compressive stress can be stopped by usually cooling as slowly as possible to the minimum. However, if cooling which suited the purpose is performed, it will reach far and wide, desired compressive stress will be obtained, and, thereby, desired stress double refraction will occur in an outside field.

[0028] After the plate 420, it has a circle birefringence and the 3rd plate 430 made to rotate the 45 degrees of the polarization directions continues further. Thereby, injection light-emission polarization is realized over the whole cross section as shown in drawing 4 d.

[0029] Like the operation gestalt of drawing 1, this configuration has the advantage of generating strict radiation polarization [ be / no burden ] of attaching many facets or segments, like the operation gestalt of drawing 2 while having especially the advantage of being thin. As main advantages, polarization is not chosen but the high effectiveness by rotating also has it. If the perfect flux of light is sent out through structure instead of the annular flux of light 41, a core field will not be influenced easily.

[0030] Drawing 5 shows roughly the micro lithography projection aligner which has the truncated-cone form polarizer shown in drawing 2 the radiation polarization optical structure 55 and here. If this component and its structure are removed, all components and structures will be as being well known for the field concerned. The light source 51, for example, the i line mercury discharge lamp which has a mirror 52, illuminates a diaphragm 53. Next, the continuing objective lens 54, for example, the zoom bitter taste lithospermi radix objective lens indicated by the German patent No. 4421053, enables various adjustments, especially a setup of annular opening.

[0031] After the truncated-cone form polarizer 55 suitable for the unpolarized light which carries out incidence, the honeycomb capacitor 56, and junction and \*\*\*\* optical system 57 continue. These components are useful although the reticle 58 (mask) by which is united, is reduced through the projection objective lens 59, and image formation is carried out to the resist film 60 of a wafer 61 with the highest

resolving power (less than 1 micrometer) is illuminated in the optimal condition. The numerical aperture of optical system is the value exceeding 0.5 to 0.9, and, as for annular opening, it is desirable that it is 0.7 to 0.9. In all the optical elements 56, 57, 58, and 59 that follow, an operation of stress double refraction becomes the symmetry of revolution about an optical axis as a result of the light-emission polarization after injecting from the truncated-cone polarizer 55. The effectiveness when carrying out incidence to the resist film 60 is the largest, since the incident angle at that time becomes max, transparency becomes the optimal and reflection is suppressed to the minimum. The sensitization optical path of the projection objective lens 59 does not receive active jamming.

[0032] Needless to say, the polarization optical structure 55 is not limited to the operation gestalt shown in drawing 2, but especially all the polarization rotational structures by this invention which has arranged the polarizer or the birefringent plate ahead by the case for adaptation can choose it freely. Moreover, it is also possible to move the polarization rotation optical structure 55 to somewhere else in a whole configuration.

[0033] This is accepted when phase correction or a turn mirror without a polarizing element, for example, a polarization beam splitter, is prepared especially. In that case, the polarization rotation optical structure by this invention should be arranged back [ the (seeing in the direction in which light flows) ]. Drawing 6 shows the 1 operation gestalt with a KATAJIOPU trick projection objective lens.

[0034] Drawing 6 is completely in agreement with the Europe patent 0602923ANo. 1, and has a polarization beam splitter 103, a concave mirror 106, the lens group 102,105,108, and a quarter wavelength plate 104. However, as introduction already explained in this case, the polarization rotation optical element 107 is not a quarter wavelength plate to the circular polarization of light like [ in the Europe patent 0602923ANo. 1 ], therefore is not the means which incidence of the light to a resist 109 is not degraded uniformly, and carries out alignment of the uniform linearly polarized light in the priority direction of the pattern on a reticle 101, either. Rather, the radiation polarization rotation optical structure 107 is established here.

[0035] Since the available tooth space is narrow, the configuration shown in drawing 1 and drawing 4 is best suitable. The advantage is clear. That is, regardless of the pattern of each case, the scattered light can be controlled in the optimal condition, and effectiveness of the incidence of the light to a resist 109 can be made uniform.

[0036] The radiation polarization optical structure 107 makes a mirror approach behind [ in the optical path collimated mostly ] turn mirror 103a as much as possible, namely, is arranged to the include angle of whenever [ middle / of a beam of light ], and the field of emission. In order to operate a birefringence component perfect, it is important that an include angle is small. The best effectiveness is realized when located in the flat surface of the illumination-light study system to which the Fourier transform of the injection flat surface of the polarization rotation component by this invention was carried out to the image plane, or projection optics, or the flat surface of it and equivalence.

[0037] The application application of the polarization rotation optical structure by this invention which generates the linearly polarized light which was able to set the sense to the radial on the whole cross section of the flux of light is not limited to the micro lithography method.

---

[Translation done.]



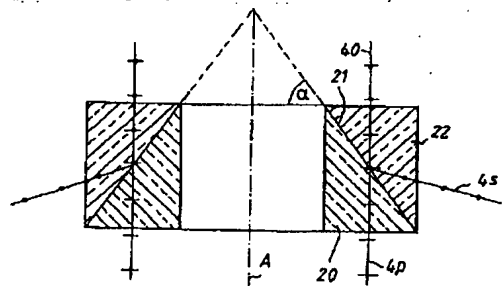
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

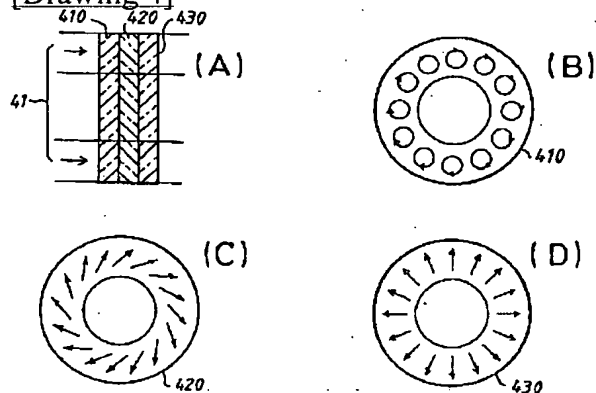
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

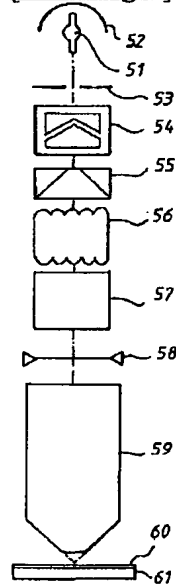
[Drawing 2]



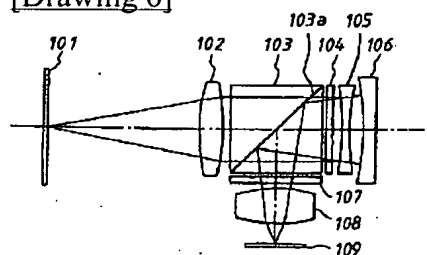
[Drawing 4]



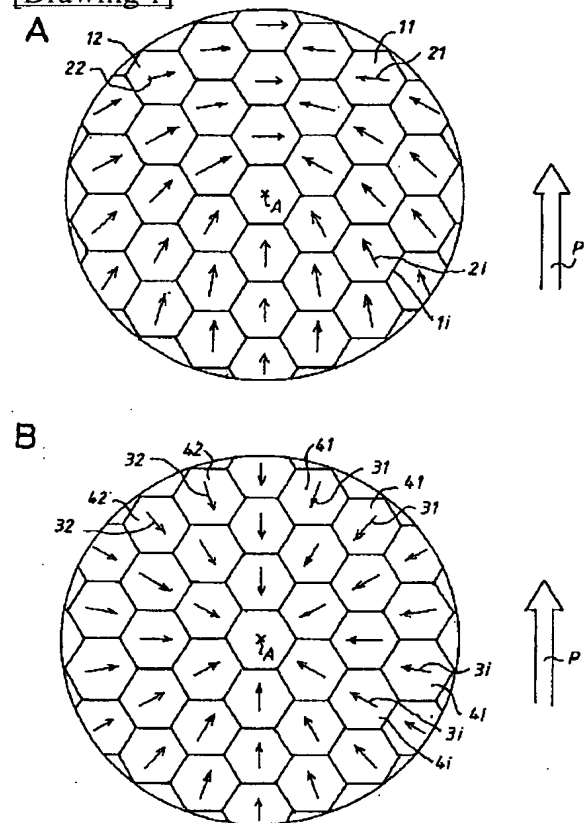
[Drawing 5]



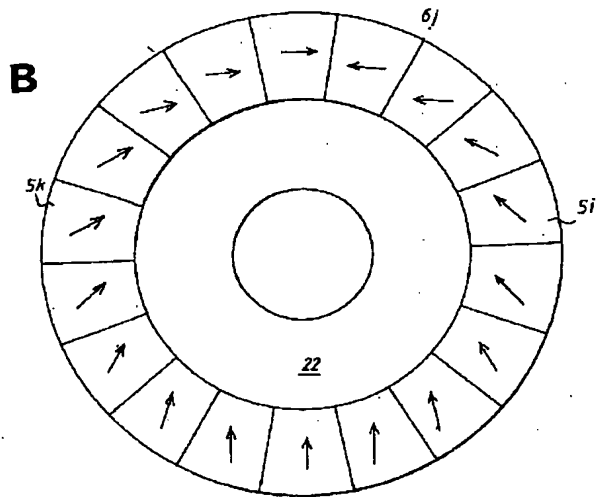
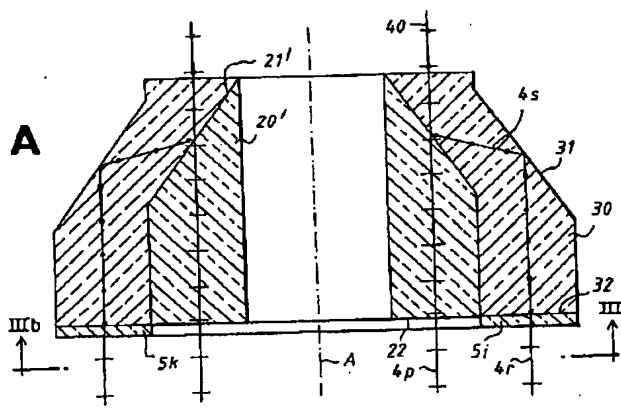
[Drawing 6]



[Drawing 1]



[Drawing 3]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-184918

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30			G 0 2 B 5/30	
19/00			19/00	
27/28			27/28	Z
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-271288

(22) 出願日 平成8年(1996)9月24日

(31) 優先権主張番号 1 9 5 3 5 3 9 2 . 7

(32) 優先日 1995年9月23日

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 391035991

カール・ツァイス・ステッフツング

CARL ZEISS

ドイツ連邦共和国 89518・ハイデンハイム アン デア プレンツ (番地なし)

(72) 発明者 カール・ハインツ・シュスター

ドイツ連邦共和国 89551 ケニヒスプロン・レヒベルクシュトラッセ・24

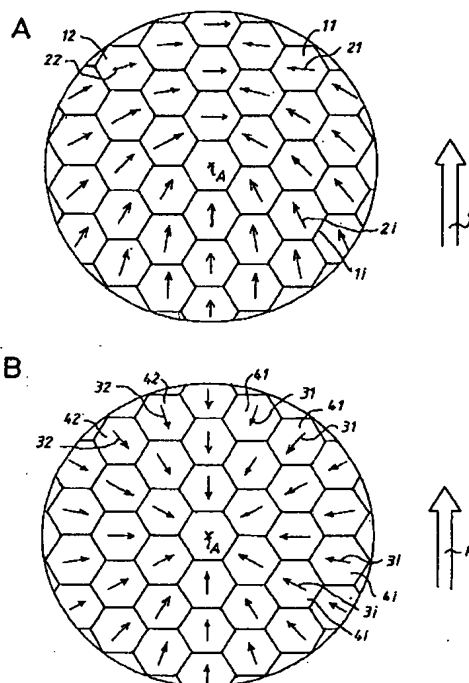
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 放射偏光光学構造及びそれを有するマイクロリソグラフィ投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】 光学境界面への均質な入射を損失や散乱光を少なく抑え、大きな開口をもって可能にし、射出光束の効率と均質性が最適にされるような光学構造を提供すること。

【解決手段】 入射光束を選択ではなく、回転によって、横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する光学構造。二分の一波長板(41, 42, 4i)から成るラスタと、半径方向圧縮応力を受けている応力複屈折四分の一波長板(420)及び円複屈折45°回転板(430)から成る組合わせを円錐形偏光子(21')とも組合わせる。マイクロリソグラフィ投影露光装置においては、この構造を照明部分に配置するのが好ましい。構造は全ての非対称素子又は偏光素子(103a)の背後にあることが重要である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する光学構造において、入射光束の偏光方向が選択されるのではなく、回転されることを特徴とする光学構造。

【請求項2】 入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する光学構造において、その光学構造は、光軸（A）及び偏光方向

（P）を有する直線偏光入射光束を使用し、且つ5つ以上の二分の一波長板（41、42；4i）から成るラスタ構造、セグメント構造又はファセット構造を有し、光学構造の優先方向（21、22；2i）は、各々の二分の一波長板（41、42；4i）が透過した直線偏光の偏光方向を、二分の一波長板と交わり、光軸（A）に向かう半径（31、32；3i）の方向へ偏向させるようにそれぞれアライメントされ、入射光束の偏光方向が選択されるのではなく、回転されることを特徴とする光学構造。

【請求項3】 入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する光学構造において、その光学構造は、光軸（A）及び偏光方向

（P）を有する直線偏光入射光束を使用し、且つ5つ以上の二分の一波長板（41、42；4i）から成るラスタ構造、セグメント構造又はファセット構造を有し、その構造の優先方向（21、22；2i）は、各々の二分の一波長板（41、42；4i）が透過した直線偏光の偏光方向を、二分の一波長板と交わり、光軸（A）に向かう半径（31、32；3i）の方向へ偏向させるようにそれぞれアライメントされており、円錐外面の又は円錐台外面の形状をとる偏光面（21'）を有する反射偏光子が設けられ、且つ二分の一波長板（5i）は反射偏光子で反射される光の光路の中に配置され、入射光束の偏光方向は選択されるのではなく、回転されることを特徴とする光学構造を有することを特徴とする光学構造。

【請求項4】 入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する光学構造において、入射光束の偏光方向は選択されるのではなく、回転され、光学構造は半径方向圧縮応力を受けている応力複屈折四分の一波長板（420）と、円複屈折45°回転板（430）とから構成されていることを特徴とする光学構造。

【請求項5】 通常の四分の一波長板（410）が前方に配置され、直線偏光された光を利用できることを特徴とする請求項4記載の光学構造。

【請求項6】 環状開口照明を特徴とする請求項1記載の光学構造。

【請求項7】 照明光学系の平面において光軸に対し回転対称形の光束横断面に放射偏光を含むマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項8】 入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に

直線偏光された光をもつ射出光束に変換する放射偏光回転光学構造を含むマイクロリソグラフィ投影露光装置において、入射光束は選択されるのではなく、回転されることを特徴とするマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項9】 照明光学系の平面において光軸に対し回転対称形の光束横断面に放射偏光を含み、入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する放射偏光回転光学構造をさらに含むマイクロリソグラフィ投影露光装置において、入射光束の偏光方向は選択されるのではなく、回転され、放射偏光回転光学構造（55）は光源（51）とレチクル（58）との間に配置されていることを特徴とするマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項10】 照明光学系の平面において光軸に対し回転対称形の光束横断面に放射偏光を含み、入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光をもつ射出光束に変換する放射偏光回転光学構造をさらに含むマイクロリソグラフィ投影露光装置において、入射光束の偏光方向は選択されるのではなく、回転され、放射偏光回転光学構造（107）は光の流れの方向に見て、光軸に対し対称でない最後の偏光素子の背後に、特に最後の方向転換ミラー（103a）の背後に配置されていることを特徴とするマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項11】 照明部分にハニカムコンデンサ（56）が設けられており、ハニカムコンデンサは、ハニカムコンデンサ（56）の各々のハニカム要素が光学構造の1つのファセットに対応するように、請求項2記載の放射偏光回転光学構造と組合わされていることを特徴とする請求項9記載のマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項12】 放射偏光回転光学構造はコリメート光路の中に配置されていることを特徴とする請求項8記載のマイクロリソグラフィ投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射光束を横断面全体でほぼ半径方向に直線偏光された光の射出光束に変換する光学構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】マイクロリソグラフィ法において最高の分解能を達成するためには、開口数が非常に大きい投影露光装置を設けることが不可欠である。光が非常に大きい角度を成してレジスト層に入射するとき、外側のレジスト境界層での反射によって光の損失が起こるばかりでなく、レジストとウェハとの境界層と、レジストと空気との境界層の双方で反射があるために光が側方へ移動するので、分解能は劣化する（定常波の形成）。

【0003】この場合、フレネル反射角は、偏光方向と反射平面とが成す角度によって決まる。入射平面と平行に揺動する電界を伴ってブルースター角を成して入射す

る光については反射は消滅する。すなわち、そのようなときには、レジストへの入射が最適になると同時に、定常波は最大限に抑制される。

【0004】ところが、総じて一方向に直線偏光された光に関しては、欧州特許第0602923A1号及び第0608572A2号の中に記載されているように、障害が発生する。これら2つの特許によれば、レジストへの入射前に、非偏光と等価のものとして円偏光を発生させる。これにより、像全体にわたって均質性が得られるのであるが、局所的に垂直偏光される光の部分が強く反射されるので、効率の損失が起こるのはやむをえない。

【0005】これに代わる措置として、欧州特許第0602923号では、ドイツ特許公開公報第1572195号からも既に知られているように、総じて一方向に直線偏光された光を結像すべきパターンの向きに対して向きを規定することを提案している。多重反射による浸透は臨界分解能の方向ではなく、構造の長手方向に起こる。しかしながら、入射の効率、すなわち、レジスト表面における反射は均質ではない。

【0006】偏光がレジスト層での反射に及ぼす作用及びフレネル係数のもつ意味は、米国特許第4,899,055号の中に、薄膜の厚さを測定する方法に関して説明されている。

【0007】米国特許第5,365,371号からは、レジスト中の定常波によるレジスト中の像形成時の障害を阻止するために、光を半径方向に直線偏光する方法を導入することが知られている。ここで提示される偏光素子は2つある。第1に、正円錐と、負円錐とから組立てられた放射偏光フィルタを透過時に利用し、反射に関わるフレネルの式に基づいて、フィルタは放射偏光を発生させる。透過光の完全な偏光をどのようにして実現できるかということについては、提示されていない。さらに、明細書及び特許請求の範囲第3項の中には、2つの素子が異なる屈折率を有することが要求されている。ところが、透過した部分を屈折させなければならないので、その光はまっすぐには通過できない。特許請求の範囲までは同一である付属する一部継続米国特許第5,436,761号の特許請求の範囲の中には、屈折率に関する条件は提示されていない。さらに、たとえば、特許請求の範囲第4項には、既に米国特許第4,286,843号(図19及び明細書の第9コラム、60～68行目)からも知られているように、半径方向に向きを定められた偏光フィルタ箔から成る複数のセグメントを有するプレートも提示されている。

【0008】双方の偏光子は偏光フィルタである。すなわち、光の損失が大きくなり、それらの偏光フィルタでは、射出光束の横断面の全体にわたって強さがきわめて不均一である光の射出を招いてしまうおそれがあるので、非偏光又は円偏光の入射光ビームにしか適していない。図1の実施例においては、方向転換ミラー17は必

然的に部分的な偏光を発生することになり、従って、偏光子21から射出される光束は不均質である。また、米国特許第5,365,371号には、放射偏光子が投影対物レンズのひとみ平面に位置していることのみが提示され、特許が請求されている。放射偏光子を対物レンズに位置させると、最適の画質を得るための最も狭い範囲の許容差を厳守しなければならないので、問題を生じる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、光学境界面への均質な入射を損失や散乱光を少なく抑え、大きな開口をもって可能にし、射出光束の効率と均質性が最適にされるような光学構造を提供することである。結像時の障害又は構造の複雑さを最小限に抑えて、放射直線偏光子の利点を最大限に利用できる投影露光装置を提供すべきである。

【0010】

【課題を解決するための手段】この課題は、入射光束の偏光方向を回転させ、それを選択しないことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の放射偏光回転光学構造によって解決される。所望の偏光分布の様々な異なる態様による発生を提示する有利な実施態様は、特許請求の範囲第2項から第5項の対象である。すなわち、その光学構造は、光軸と偏光方向を有する直線偏光入射光束を使用し、且つ5つ以上の二分の一波長板から成るラスタ構造、セグメント構造又はファセット構造を有し、光学構造の優先方向は、各々の二分の一波長板が透過した直線偏光の偏光方向を、二分の一波長板と交わり、光軸に向かう半径の方向へ偏向させるようにそれぞれアライメントされている。さらに、光学構造は、円錐外面の又は円錐台外面の形状をとる偏光面(21')を有する反射偏光子が設けられ、且つ二分の一波長板(5i)は反射偏光子で反射される光の光路の中に配置されるのが望ましい。

【0011】特許請求の範囲第6項は、環状開口照明においては反射率は偏光によってごくわずかしき左右されないもので、小さな角度での光の入射が抑制されるため、特に好ましい。放射偏光光学構造のマイクロリソグラフィ投影露光装置への組込みに関する特許請求の範囲第7項はきわめて重要である。

【0012】光学系の能力を完全に利用するこの装置においては、レジストでの反射のみならず、偏光素子の後に配置されている全てのレンズでの反射も一様に減少するので、レジスト層への光の入射の均質性と効率を改善することができる。大きな角度(ブルースター角まで)で入射する光に対しては、光の強さが最も小さいところ(エッジでの降下)では、その効果は最も強力になる。レジストとウェハとの境界層でも起こる散乱光による分解能の障害は均質化され且つ減少されている。

【0013】配置が光路のできる限り始めの部分にある

と、後続する全てのレンズにおける複屈折による障害は最小限に抑えられ、対称にされるので、有利である。従って、好ましい偏光回転素子の他にも、偏光フィルタを照明光学系の中に既に配置すると、特に有利である。

【0014】特許請求の範囲第8項は、特許請求の範囲第1項から第6項に記載の偏光回転素子を投影露光システム内の任意の場所に配置することを提示しており、これは周知の技術と比較して、均質性の改善とはるかに高い効率を顕著な特徴としている。特許請求の範囲第9項及び第10項に記載の好ましい構成は、本発明による放射偏光方向によって、光学系の各レンズで、射出角度がごく小さい場合であっても、散乱光の減少と均質化が起こり、その作用を利用できるということを考慮に入れている。

【0015】他方、構造の長さを短縮するために又はカタジオプトリック投影対物レンズの中に設けられているような非対称光学素子、特に方向転換ミラーは偏光状態を変化させるので、位相修正を伴う反射層を利用する場合にのみ、そのような素子を後に配置できる。方向転換素子として全反射プリズムを使用すると、厳密に適合する位相遅延板をプリズムの後に配置しなければならないか、あるいは、全反射境界面を位相修正層で被覆しなければならない。偏光光学素子、たとえば、偏光ビームスプリッタ及び四分の一波長板と言うまでもなく障害となる。その他の有利な実施形態は特許請求の範囲第11項及び第12項に記載されている。図面に基づいて本発明をさらに詳細に説明する。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】図1aに平面図で示す本発明による偏光回転構造はハニカムコンデンサと組み合わせると特に有利であり、直線偏光された光の変換に適し、従って、光源としてのレーザーに特に適している。光束横断面は、複屈折材料から成る二分の一波長板からそれぞれ構成される多数のファセット11、12、1iに分割されている。各ファセット1iはハニカムコンデンサの1つのハニカム素子に対応する。ファセット1iはハニカム素子の上に接着されるか、吹き付けられるか、又はビームの負荷が極端に大きい場合には別個に取り付けられ、反射防止処理をされていると好都合である。マイクロリソグラフィ投影露光装置において通常用いられるハニカムコンデンサは約 $10^2$ 個のハニカム素子を有しており、ファセットの数も同じである。

【0017】ファセット11、1iの主軸21、22、2iは、入射して来る総じて同様に直線偏光された光の偏光方向と、光束及びハニカムコンデンサの光軸(A)にそれぞれ向いている各ファセット1iの中心を通る半径とが成す角度の二等分線の方向にそれぞれアライメントされている。このため、それぞれの二分の一波長板・ファセット1iは、偏光方向を前記の半径の方向へ回転させる。図1bはこの効果を示しており、この場合、ハ

ニカムコンデンサの入射面41、42、4iは、全てが放射状にアライメントされている各々の部分光束の偏光方向31、32、3iと共に示されている。

【0018】六角形のファセット1iを伴うラスタ構造は、ハニカムコンデンサとの組み合わせに特に適合している一実施形態であるにすぎない。その他のラスタ構造、特に二分の一波長板の扇形セクター分割構造(図3bを参照)も十分に可能である。個々の素子の数は $10^1$ の範囲であっても良い。

10 【0019】光束横断面の全面にわたって入射面に対し垂直に偏光される光の割合が平行に偏光される光の割合より小さいのであれば、非偏光に対する光学境界面における総反射角度の減少が実現される。二分の一波長板の $90^\circ$ セクタが4つしかない場合には、この極端なケースが起こるので、光束横断面により多くの二分の一波長板を配置すると、特に数として10から $10^2$ 個のファセット、すなわち、セクタを配置するのが好ましい。

20 【0020】セクタを有する周知の放射偏光(米国特許第5,365,371号及び第4,286,843号)とは異なり、偏光は著しく大きな損失を伴わずにフィルタリングされ、光の偏光方向は複屈折素子によって最小限の損失で変化する。

【0021】線偏光を常に放射状にアライメントするために入射して来る非偏光又は円偏光の光40に対して作用するのは、図2に示す光学構造である。これは偏光フィルタであり、その原理は米国特許第5,365,371号から知られているが、詳細は新規なものである。

【0022】ここで使用されているのは、FK5ガラス、石英ガラス又は $CaF_2$ などの透明材料から成る孔あき円錐台20であり、その円錐角 $\alpha$ はブルースター角に相当し、円錐外面21には誘電体反射被覆膜が設けられている。従って、光ビーム40の入射平面に対し垂直に偏光された部分4sは完全に反射され、透過ビーム4pは入射平面と全く平行に偏光されるので、全て光軸(A)に対し放射状に直線偏光される。孔あき円錐台20は環状開口照明に適しており、構造の長さを最短にするのに有利であり、言うまでもなく完全な円錐として機能する。円錐台20は、それに嵌合し、円錐面21に当接する中空円錐台22と共に円筒形リングを形成し、それにより、反射円錐面21が保護されている。また、非常に持ちやすい構造となっている。円錐台20と中空円錐22は同じ屈折率を有しているので、米国特許第5,365,371号とは異なり、光は円錐面21で屈折することなく通過する。

【0023】図3aは、図2による構成をさらに発展させた構成を横断面図で示す。この場合も反射部分4sを利用する。従って、偏光は有効に回転され、フィルタリングはされないで、50%よりはるかに少ない光損失しかない構造が得られる。

50 【0024】図2に相応する円錐外面21'を有する円

錐台20'（円筒形の延長部分が続いている）の周囲には、円錐外面21'と平行な反射円錐面31を有する透明部分30が配置されており、この部分の射出面33には、二分の一波長板のセクタ5i、5kから成るリングが配置されている。セクタの主軸6i、6kは、図3bに示すように、それぞれ、セグメント中心で半径に対し45°の角度を成している。これにより、図1に関して説明したように、軸平行光束4rの、円錐外面21'で反射された光4sについても、放射直線偏光が行われる。このようにして得られる光導値の向上は、少なくともレーザー光源の場合に望まれることが多い。この構造が入射して来る非偏光に適していることは重要である。必要に応じて光学ガラスを除去又は追加することにより、円錐台20'及び透明部分30の光路を適合させることができる。

【0025】図4aから図4dによる実施形態も、同様に常に放射直線偏光を発生する構造を示すが、これは入射時の直線偏光又は円偏光に対応し、光軸の方向の全長は短縮されている。これは特に環状開口光学系に適している。

【0026】一体を成した直線偏光41の環状光束は、図4aに断面図で示すように、3枚の平坦な板410、420、430の積み重ね構造に入射する。410は、図4bに示すように透過光を円偏光する四分の一波長板である。入射光束が既に円偏光されていれば、板410を省略することができる。その後には、たとえば、ガラス又は石英ガラスから製造された板420が続き、この板は中心対称の圧縮応力を受けているため、応力複屈折を生じさせる。厚さ、材料及び応力は、板420が環状光束41を受け入れる外側領域が局所的に四分の一波長板ではあるが、半径方向に対称であるように選択されているので、円偏光された入射光は直線偏光され、総じて横断面においては偏光方向は半径に対し45°の角度を成す。図4cを参照。

【0027】冷却時又は補正熱処理の際に熱膨張及び温度勾配に伴って、円形のガラス（又は石英ガラス、フッ化ベリリウム、CaF<sub>2</sub>など）の円板を使用した場合には必ずそのような圧縮応力が発生し、通常は冷却をできる限りゆっくりと行うことにより圧縮応力を最小限に抑えられる。しかしながら、目的にかなった冷却を行えば、広範囲にわたって所望の圧縮応力が得られ、それにより、外側領域で所望の応力複屈折が発生する。

【0028】板420の後には、円複屈折を有し、偏光方向を45°回転させる第3の板430がさらに続いている。これにより、図4dに示す通り、横断面全体にわたり射出光の放射偏光が実現される。

【0029】この構成は、図1の実施形態と同様に、特に薄いという利点を有すると共に、図2の実施形態と同様に、多数のファセット又はセグメントを取り付けるという負担なく厳密な放射偏光を発生させるという利点を

有する。主な利点としては、偏光が選択されるのではなく、回転されることによる高い効率もある。環状光束41の代わりに完全な光束を構造を通して送り出すと、中心部領域は容易には影響を受けない。

【0030】図5は、放射偏光光学構造55、ここでは図2に示す円錐台形偏光子を有するマイクロソグラフィ投影露光装置を概略的に示す。この素子とその構造を除けば、全ての部品と構造は当該分野で良く知られている通りである。光源51、たとえば、ミラー52を有するiライン水銀放電ランプはダイアフラム53を照明する。次に続く対物レンズ54、たとえば、ドイツ特許第4421053号に記載されているズームアクシコン対物レンズは、様々な調整、特に環状開口の設定を可能にする。

【0031】入射する非偏光に適する円錐台形偏光子55の後には、ハニカムコンデンサ56と、中継・画界光学系57とが続いている。これらの素子は、一体となつて、投影対物レンズ59を通して縮小されて最高の分解能（1μm未満）をもってウェハ61のレジスト膜60に結像されるレチクル58（マスク）を最適の状態で照明するのに有用である。光学系の開口数は0.5から0.9を上回る値であり、環状開口は0.7から0.9であるのが好ましい。円錐台偏光子55から射出した後の光の放射偏光の結果、後続する全ての光学素子56、57、58、59において、応力複屈折の作用は光軸に関して回転対称になる。最も大きいのはレジスト膜60に入射するときの効果であり、そのときの入射角は最大になるので、透過は最適となり且つ反射は最小限に抑えられる。投影対物レンズ59の感光光路は妨害を受けない。

【0032】言うまでもなく、偏光光学構造55は図2に示す実施形態には限定されず、場合によっては適応のために偏光子又は複屈折板を前方に配置した本発明によるあらゆる偏光回転構造が特に選択自在である。また、偏光回転光学構造55を全体構成の中の別の場所へ移動させることも可能である。

【0033】特に、位相修正又は偏光素子を伴わない方向転換ミラー、たとえば、偏光ビーム分割器を設けたときにこれが認められる。その場合、本発明による偏光回転光学構造を（光の流れる方向に見て）その背後に配置すべきである。図6は、その一実施形態をカタジオプトリック投影対物レンズによって示す。

【0034】図6は、欧州特許第0602923A1号と完全に一致しており、偏光ビームスプリッタ103と、凹面鏡106と、レンズ群102、105、108と、四分の一波長板104とを有する。ところが、この場合、既に冒頭で説明したように、偏光回転光学素子107は欧州特許第0602923A1号の場合のような円偏光に対する四分の一波長板ではなく、従って、レジスト109への光の入射を一様に劣化させることはな



く、また、一様な直線偏光をレチクル101上のパターン  
の優先方向にアライメントする手段でもない。むしろ、  
ここでは放射偏光回転光学構造107が設けられて  
いる。

【0035】利用可能なスペースが狭いため、図1及び  
図4に示す構成が最も良く適している。その利点は明確  
である。すなわち、個々のケースのパターンとは無関係  
に、散乱光を最適の状態に抑制でき且つレジスト109  
への光の入射の効率を一樣にすることができる。

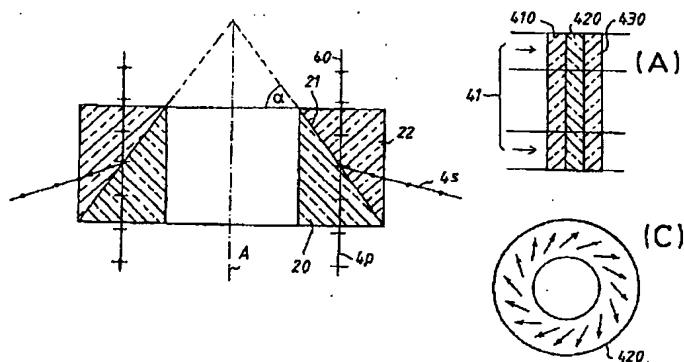
【0036】放射偏光光学構造107はほぼコリメート  
された光路の中の、方向転換ミラー103aの背後にで  
きる限りミラーに近接させて、すなわち、光線の中程度  
の角度と発散の領域に配置されている。複屈折素子を申  
し分なく機能させるためには、角度が小さいことが重要  
である。最良の効果は、本発明による偏光回転素子の射  
出平面が像平面に対しフーリエ変換された照明光学系又  
は投影光学系の平面、又はそれと等価の平面に位置して  
いるときに実現される。

【0037】光束の横断面全体で放射状に向きを定めら  
れた直線偏光を発生させる本発明による偏光回転光学構  
造の適用用途はマイクロソグラフィ法には限定されて  
いない。

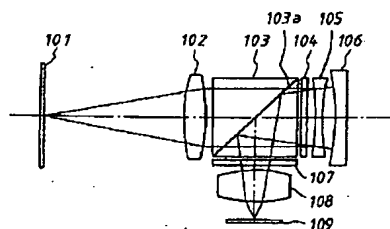
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 直線偏光された入射光に対する、二分の一波  
長板のラスタから成る放射偏光回転光学構造の平面図  
(a)と、図1aから射出する光束の偏光方向を示す図\*

【図2】



【図6】



\* (b)。

【図2】 円偏光された光又は非偏光の入射光に対す  
る、ブルースター角をもつ円錐台反射鏡を有する放射偏  
光光学構造を示す横断面図（従来の技術）。

【図3】 円偏光された光又は非偏光を完全に利用す  
るために円錐台形反射鏡及びセグメント状二分の一波長板  
を有する構造を示す横断面図 (a) と、同じ構造を光射  
出側から見た図 (b)。

【図4】 中心対称応力複屈折を伴う板を有する放射偏  
光回転光学構造を示す側面図 (a) と、付随する四分の  
一波長板を示す平面図 (b) と、付随する圧縮応力板を  
示す平面図 (c) と、付随する円複屈折45°板を示す  
平面図 (d)。

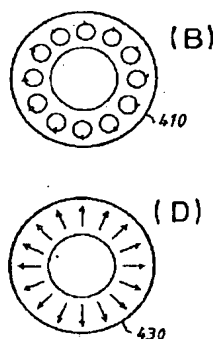
【図5】 照明部分に放射偏光光学構造を有するマイク  
ロソグラフィ投影照明装置を示す図。

【図6】 本発明による射出偏光光学構造が一体に組込  
まれているカタジオプトリック投影対物レンズを示す  
図。

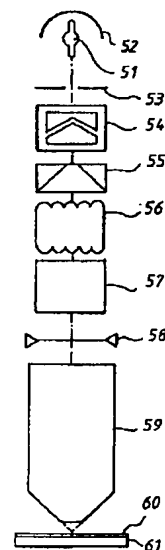
#### 【符号の説明】

11, 12, 1i...ファセット、21, 22, 2i...フ  
ァセットの主軸、31, 32, 3i...半径、41, 4  
2, 4i...入射面、5i...セクタ、51...光源、55...  
円錐台形偏光子、56...ハニカムコンデンサ、58...レ  
チクル、103a...方向転換ミラー、107...放射偏光  
回転光学構造、410, 420, 430...平坦な板、A  
...光軸、P...偏光方向。

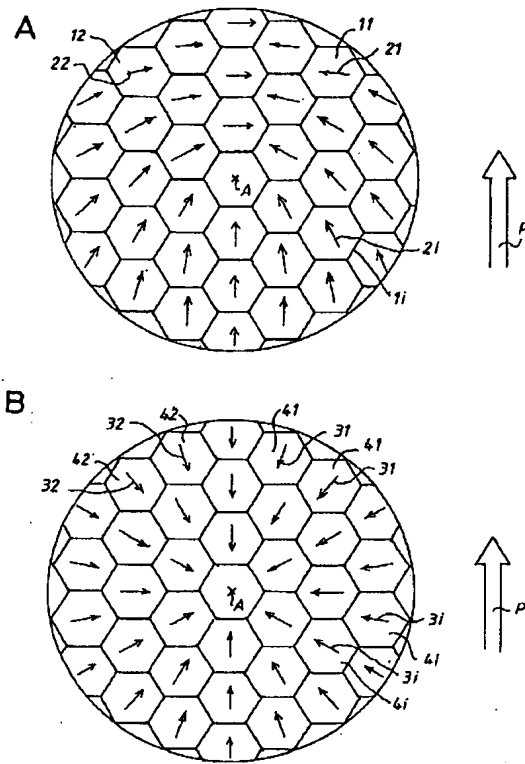
【図4】



【図5】



【図1】



【図3】

